

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-314561

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 F 3/30		4237-5H	G 0 5 F 3/30	
H 0 3 F 3/343			H 0 3 F 3/343	A

審査請求 有 請求項の数 9 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-145684

(22) 出願日 平成7年(1995)5月19日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年1月20日
社団法人電気学会主催の「電子回路研究会」において文
書をもって発表

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 木村 克治

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

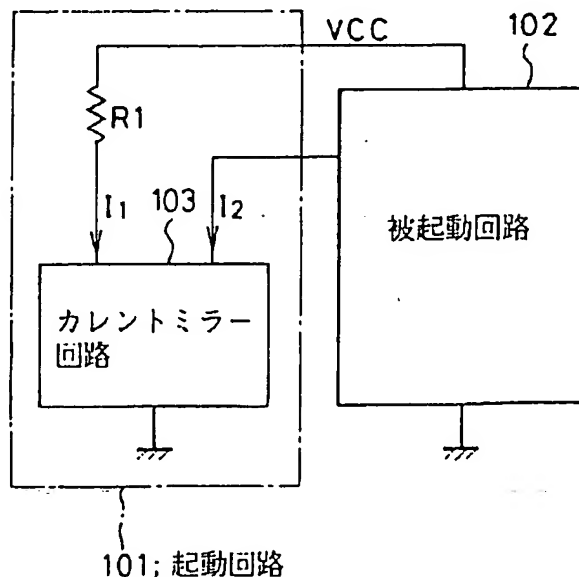
(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道

(54) 【発明の名称】 起動回路

(57) 【要約】

【目的】 半導体集積回路上に、低電圧から動作し、被起
動回路への影響を無視でき得るほど小さくすることがで
きる起動回路の提供。

【構成】 ミラー電流が、電源電圧の増加とともに零に近
づくか、あるいは電源電圧の増加にかかわらずほぼ一定
の微小電流となる電源から第一の抵抗を介して、電流が
供給されるカレントミラー回路を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電源から抵抗を介して電流が供給されるカレントミラー回路を有し、該カレントミラー回路のミラー電流により、少なくとも電源電圧零、回路電流零の第1の動作点を含む複数の動作点を持つ被起動回路の動作点について前記第1の動作点を取り得なくする起動回路において、

前記カレントミラー回路のミラー電流が、前記電源電圧の増加とともに零に近づくように構成されたことを特徴とする起動回路。

【請求項2】電源から抵抗を介して電流が供給されるカレントミラー回路を有し、該カレントミラー回路のミラー電流により、少なくとも電源電圧零、回路電流零の第1の動作点を含む複数の動作点を持つ被起動回路の動作点について前記第1の動作点を取り得なくする起動回路において、

前記カレントミラー回路のミラー電流が、前記電源電圧の増加にかかわらずほぼ一定の微小電流となることを特徴とする起動回路。

【請求項3】前記カレントミラー回路のミラー電流が、前記被起動回路の最大の回路電流を越えた動作点に設定することを特徴とする請求項1記載の起動回路。

【請求項4】少なくとも電源電圧零、回路電流零の第1の動作点を含む複数の動作点を持つ被起動回路の動作点について前記第1の動作点を取り得なくする起動回路において、

入力端が電源側と抵抗を介して接続されたカレントミラー回路を有し、

前記カレントミラー回路が、前記入力端と入力側トランジスタの第1の信号端子との間に抵抗を備え、出力端から出力されるミラー電流が前記被起動回路について回路電流のピーク点を越えた動作点に対しても前記被起動回路を該動作点に設定自在としたことを特徴とする起動回路。

【請求項5】前記カレントミラー回路の出力段トランジスタの第2の信号端子が抵抗を介して第2の電源に接続されることを特徴とする請求項4記載の起動回路。

【請求項6】前記カレントミラー回路の前記ミラー電流が、前記被起動回路を前記動作点に設定した後に前記電源電圧の増加にかかわらずほぼ一定の微小電流となることを特徴とする請求項4記載の起動回路。

【請求項7】前記カレントミラー回路の前記ミラー電流が、前記電源電圧の増加とともに零に近づくように構成されたことを特徴とする請求項4記載の起動回路。

【請求項8】前記カレントミラー回路がバイポーラトランジスタで構成されたことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかーに記載の起動回路。

【請求項9】前記カレントミラー回路がMOSトランジスタで構成されたことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかーに記載の起動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、起動回路に関し、特に低電圧から動作可能で高精度に設定することができ、且つ被起動回路への影響の少ない起動回路に関する。

【0002】

【従来の技術】低電圧から動作する従来の起動回路(start-up circuit)として、図17に示すように、ダイオード接続された第1のトランジスタと該トランジスタとベースを共通接続した第2のトランジスタからなる単純カレントミラー回路を構成する一方のトランジスタ(出力側のトランジスタ)Q70のエミッタに抵抗R70を挿入したワイドラー・カレントミラー(Widlar current mirror)回路を用いた回路がある(例えば文献:「IEEE Journal of Solid-State Circuits, VOL. 28, NO. 6, pp. 667-670, June 1993年」、又は「IEEE Journal of Solid-State Circuits, VOL. 26, pp. 1817-1824, December, 1991年」参照)。

【0003】図17において、トランジスタQ80は抵抗R81を介して電源VCCから電流(「基準電流」ともいう) I_1 が供給され、トランジスタQ70の引き込み電流(sink current) I_2 (「ミラー電流」ともいう)は、エミッタ抵抗R70により電流 I_1 の増加とともに単調に増加する非線形カレントミラー回路である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図17の非線形カレントミラー回路においては、もともと電流 I_2 は電流 I_1 に比べると微小電流に設定することができるが、電源電圧が増加すれば、上述したように電流 I_2 の電流値も被起動回路の回路電流に対して無視できなくなり、このため被起動回路への起動回路の影響があらわれる。

【0005】特に、ワイドラー・カレントミラー回路では、電流 I_2 は電流 I_1 に対して正の温度特性を持ち、P T A T (proportional to absolute temperature) 回路と呼ばれている。したがって、このワイドラー・カレントミラー回路を起動回路として用いた場合の被起動回路への影響としては、温度特性が変えられてしまうということが起こる。

【0006】このように、従来の起動回路では、低電圧動作が可能であるが、被起動回路への影響を無視できるほど小さくすることは難しいという問題があった。

【0007】従って、本発明は、半導体集積回路上に、低電圧から動作し、被起動回路への影響を無視できるほど小さくすることができる起動回路を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため本発明は、電源から抵抗を介して電流が供給されるカレントミラー回路を有し、該カレントミラー回路のミラー電流により、少なくとも電源電圧零、回路電流零の第1

の動作点を含む複数の動作点を持つ被起動回路の動作点について前記第1の動作点を取り得なくする起動回路において、前記カレントミラー回路のミラー電流が、前記電源電圧の増加とともに零に近づくように構成されたことを特徴とする起動回路を提供する。

【0009】また、本発明は、電源から抵抗を介して電流が供給されるカレントミラー回路を有し、該カレントミラー回路のミラー電流により、少なくとも電源電圧零、回路電流零の第1の動作点を含む複数の動作点を持つ被起動回路の動作点について前記第1の動作点を取り得なくする起動回路において、前記カレントミラー回路のミラー電流が、前記電源電圧の増加にかかわらずほぼ一定の微小電流となることを特徴とする起動回路を提供する。

【0010】本発明は、好ましくは、前記カレントミラー回路のミラー電流が、前記被起動回路の最大の回路電流を越えた動作点に設定することを特徴とする。

【0011】さらに、本発明は、少なくとも電源電圧零、回路電流零の第1の動作点を含む複数の動作点を持つ被起動回路の動作点について前記第1の動作点を取り得なくする起動回路において、入力端が電源側と抵抗を介して接続されたカレントミラー回路を有し、前記カレントミラー回路が、前記入力端と入力側トランジスタの第1の信号端子との間に抵抗を備え、出力端から出力されるミラー電流が前記被起動回路について回路電流のピーク点を越えた動作点に対しても前記被起動回路を該動作点に設定自在としたことを特徴とする起動回路を提供する。

【0012】本発明は、好ましくは、前記カレントミラー回路の出力段トランジスタの第2の信号端子が抵抗を介して第2の電源に接続されることを特徴とする。

【0013】また、本発明は、好ましくは、前記カレントミラー回路の前記ミラー電流が、前記被起動回路を前記動作点に設定した後に前記電源電圧の増加にかかわらずほぼ一定の微小電流となることを特徴とする。

【0014】さらに、本発明は、好ましくは、前記カレントミラー回路の前記ミラー電流が、前記電源電圧の増加とともに零に近づくように構成されたことを特徴とする。

$$I_1 = I_s \exp \left(\frac{V_{BE1}}{V_T} \right) \quad \dots (1)$$

【0022】ここで、 V_T は熱電圧であり、 $V_T = kT/q$ と表される。ただし、 k はボルツマン定数、 T は絶対温度、 q は単位電子電荷である。また、 I_s はトランジスタの飽和電流である。

$$I_2 = I_s \exp \left(\frac{V_{BE2}}{V_T} \right) \quad \dots (2)$$

る。

【0015】そして、本発明は、好ましくは、前記カレントミラー回路がバイポーラトランジスタで構成されたことを特徴とする。

【0016】また、本発明は、好ましくは、前記カレントミラー回路がMOSトランジスタで構成されたことを特徴とする。

【0017】

【作用】以下に本発明の原理・作用を説明する。電源電圧零、回路電流零の動作点（例えば電源未投入時等には回路は安定動作点にある）を含む複数の動作点を持つ被起動回路は、例えば単に電源を投入しただけでは自律的に所望の動作点（安定な動作点）に推移せず、所定の起動回路によりいわばブートストラップされて該動作点に到達する。本発明は、かかる起動回路を所定の回路構成を有するカレントミラー回路（「永田カレントミラー回路」ともいう）で構成することにより、被起動回路への影響を最小に抑えると共に、被起動回路のピーク点を越えた動作点にて安定に動作させるように構成することができるという本発明者の知見に基づき完成されたものであり、例えば略1V近傍の低電圧から動作すると共に被起動回路への影響を無視できるほどに小さくすることができる。

【0018】

【実施例】図面を参照して、本発明の実施例を以下に説明する。

【0019】

【実施例1】図1は本発明の一実施例の構成を説明するためのブロック図である。また、図2は本実施例に係るカレントミラー回路（図1のカレントミラー回路103）の構成を示す図である。

【0020】ここで、素子の整合性は良いものとし、ベース幅変調を無視すると、トランジスタのベース・エミッタ間電圧 V_{BE} とコレクタ電流の関係には指数則が成り立ち、図2のトランジスタQ1のコレクタ電流は次式（1）にて与えられる。

【0021】

【数1】

【0023】同様に、トランジスタQ2のコレクタ電流は次式（2）にて与えられる。

【0024】

【数2】

【0025】そして、図2を参照して、トランジスタQ1のベース・エミッタ間電圧 V_{BE1} はトランジスタQ2のベース・エミッタ間電圧 V_{BE2} に抵抗 R_2 の電位降下 $R_2 \times I_1$ を加えたものに等しく、従ってベース・エミ

ッタ間電圧差 ΔV_{BE} として次式(3)が成り立つ。

【0026】

【数3】

$$\Delta V_{BE} = V_{BE1} - V_{BE2} = V_T \ln \left(\frac{I_1}{I_2} \right) = R_2 I_1 \quad \dots(3)$$

【0027】ここでは、簡単のために、トランジスタの電流増幅率 α_F は1としてある。

(4)が導出される。

【0029】

【数4】

【0028】したがって、トランジスタQ1とQ2のコレクタ電流 I_1 、 I_2 の関係として、上式(3)より次式

$$I_2 = I_1 \exp \left(-\frac{R_2 I_1}{V_T} \right) \quad \dots(4)$$

【0030】図2のカレントミラー回路におけるミラー電流 I_2 の微分温度係数 TC_F は次式(5)で求められる。

【0031】

【数5】

$$TC_F I_2 = \frac{1}{I_2} \times \frac{d I_2}{dT} = \frac{R_2 I_1}{q} - \frac{I_1}{V_T} \times \frac{d R_2}{dT} \quad \dots(5)$$

【0032】上式(5)において、 $d R_2 / d T = 0$ の場合には、明らかにミラー電流 I_2 の微分温度係数 $TC_F(I_2) > 0$ となり、ミラー電流 I_2 は絶対温度に比例する。

ーク点として I_1 の $1/e (= 1/2.71828)$ の値($= V_T / (e \times R_2)$)をとる。

【0034】カレントミラー回路103の入力端に入力される基準電流(すなわち図2のトランジスタQ1のコレクタ電流) I_1 は、図1から電源電圧 V_{CC} として次式(6)にて与えられる。

【0035】

【数6】

【0033】図3に、図2のトランジスタQ1とQ2のコレクタ電流 I_1 、 I_2 の関係を示す。図3において、横軸は I_1 、縦軸は I_2 を示している。抵抗 R_2 の温度係数は零としてある。図3を参照して、室温(25℃)時、ミラー電流 I_2 はコレクタ電流 I_1 が V_T / R_2 の際にビ

$$I_1 = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{R_1} \quad \dots(6)$$

【0036】トランジスタQ1のベース・エミッタ間電圧 V_{BE1} は、コレクタ電流 I_1 の値に対して対数圧縮され、ほぼ0.7V程度の一定値に近い。すなわち、電源電圧の増加とともに、ミラー電流 I_2 はほぼ比例する。

【0037】図4に、図1及び図2において、 $R_1 = 280 \Omega$ 、 $R_2 = 100 \Omega$ 、抵抗 R_2 の温度特性 $TC_F(R) = -300 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、コレクタ電圧 $V_{CE2} = 0.5 \text{ V}$ のミラー電流 I_2 の温度特性の実測値を示し、図5に抵抗 R_1 の抵抗値を変えた場合のミラー電流特性の実測値を示す。図4及び図5において横軸は電源電圧 V_{CC} 、縦軸はミラー電流 I_2 を示している。

【0038】ミラー電流 I_2 のピーク値はトランジスタQ2のコレクタに接続された抵抗 R_2 における電圧降下が温度熱電圧 V_T に等しくなるように決定され、ピーク電流値は温度に比例して変化し、ピーク点での電源電圧値は温度に反比例して変化している。

【0039】そして、図5を参照して、バイアス抵抗 R_1 を変えることにより、ミラー電流 I_2 のピーク電流値

は一定のままでピーク点での電源電圧値 V_{CC} をほぼバイアス抵抗 R_1 の抵抗値に比例して変えることができる。すなわち、抵抗 R_2 によりピーク電流値を設定することができ、バイアス抵抗 R_1 によりピーク点での電源電圧値を設定することができる。また、ピーク点での電源電圧値のおよそ5倍程度の電圧値ではミラー電流値はピーク電流値の $1/10$ になり、被起動回路への影響はほぼ無視できる。

【0040】さらに、被起動回路の回路電流がピーク特性を持つ場合等の3箇所以上の動作点を持つ場合(電源電圧 $V_{CC} = 0$ 、 $I_{CC} = 0$ の動作点及びその他の動作点を含む場合)であっても、図4及び図5に示すようなピーク特性を持つ起動回路(図2参照)を用いることにより、動作点を被起動回路のピーク点を越えた安定点で動作させることができる。

【0041】具体例として、図6に示す基準電圧回路を用いて説明する。図6に示す回路は、トランジスタQ5、Q6からなる単純カレントミラー回路により、自己

バイアス化して、回路を単純化した基準電圧回路であり、一般にバンドギャップ基準電圧回路 (bandgap reference circuit) と呼ばれているものである。なお、バンドギャップ基準電圧回路の出力基準電圧 V_{ref} はトランジスタ Q_3 のベース・エミッタ間電圧 V_{BE3} に $(R_3/R_4) \times \Delta V_{BE}$ を加えた電圧で与えられる。

【0042】図6を参照して、トランジスタ Q_5 、 Q_6 からなる単純カレントミラー回路の電流比は1:1になるが、トランジスタ Q_3 とトランジスタ Q_4 の間でベース・エミッタ間電圧の差 ΔV_{BE} を発生させる回路 $((R_3/R_4) \times \Delta V_{BE})$ を生成するため「 ΔV_{BE} マルチプライヤ回路」というにおいては、上述したように、トランジスタ Q_3 とトランジスタ Q_4 のエミッタ面積比を $1/e$ ($=1/2.71828$) にする必要がある (すなわち、図3に示したようにミラー電流 I_2 のピーク点においてミラー電流 I_2 は電流 I_1 の $1/e$ となり、コレクタ電流 I_3 と I_4 の電流比を1:1にするにはトランジスタ Q_4 のトランジスタ Q_3 に対するエミッタ面積比を上記 e とする)。

【0043】一方、トランジスタ Q_4 のエミッタ面積比をトランジスタ Q_3 のエミッタ面積に対して整数倍とする場合に、エミッタ面積比 $K=3$ としても値が幾分大きすぎる。

【0044】同様に、トランジスタ Q_4 のエミッタ面積比を $K=4$ とすればかなり大きな値となり、図7に示すように、エミッタ面積比 K が4の時、トランジスタ Q_3 、 Q_4 のコレクタ電流 I_3 、 I_4 (図6参照) について、 $I_3=I_4$ が成り立つのは、ピーク点 (電流 I_3 が V_T/R_4 を越えた点 b になる (同様にエミッタ面積比 K が3の時動作点は a となる。))。

【0045】しかし、この動作点 (図7の $I_3=I_4$ と実線との交点 b) に到達するためには、ピーク点をこえなければならないが、本実施例においては、その際に起動回路101の引き込み電流 I_2 により、 I_3 がピーク点を越えられさえすれば、 $I_3=I_4$ の動作点に到達できる。

【0046】そして、 $I_3=I_4$ となる動作点での起動回路101の引き込み電流 I_2 がほぼ無視できるほどの微小電流であるとする、トランジスタ Q_3 、 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 からなる電流ループは、負帰還ループを構成し、動作が安定化する。

【0047】

【実施例2】図8は本発明の第2の実施例に係るカレントミラー回路の構成を示す図である。

【0048】図8を参照して、本実施例は、図2に示した前記第1の実施例に係るカレントミラー回路にエミッ

$$I_{D1} = \beta (V_{GS1} - V_{TH})^2$$

【0058】ここで、 β はトランスコンダクタンス・パラメータであり、 $\beta = \mu (C_{OX}/2) (W/L)$ と表される。ただし、 μ はキャリアの実効モビリティ、 C_{OX} は

タ抵抗 R_3 を挿入してなるものである。

【0049】本実施例においては、挿入されたエミッタ抵抗 R_3 により前記第1の実施例よりもピーク特性がなまる。すなわち、エミッタ抵抗 R_3 により平坦化特性をもたせることができる。

【0050】一般に、エミッタ抵抗を挿入すると回路解析が困難になるが、図9に、 $R_2=100\Omega$ 、 $R_3=15K\Omega$ とした場合のトランジスタ Q_1 と Q_2 のコレクタ電流の温度特性の計算値を示す。

【0051】このカレントミラー回路を用いた起動回路の引き込み電流も前記第1の実施例と同様に、絶対温度に比例するが、 I_1 と I_2 の比を1:数%に設定することができ、従って被起動回路102 (図1参照) への影響はほとんど無視できる程度にできる。そして、起動回路101の引き込み電流 I_2 は電源電圧に関係なくほぼ一定値に設定することができる。

【0052】図10に、 $R_2=100\Omega$ 、 $R_3=15K\Omega$ 、 $TC_F(R)=-300\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、コレクタ電圧 $V_{CE2}=0.5\text{V}$ とした場合のミラー電流 I_2 の温度特性の実測値を、図11に、 $R_2=100\Omega$ 、 $TC_F(R_2)=-300\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $V_{CE2}=0.5\text{V}$ に固定し、エミッタ抵抗 R_3 を 0Ω 、 100Ω 、 220Ω 、 470Ω 、 $1K\Omega$ 、 $2.2K\Omega$ 、 $15K\Omega$ と変えた場合のカレントミラー回路の入出力電流特性の実測値を示す。

【0053】図12に、 $R_2=100\Omega$ 、 $R_3=1K\Omega$ 、 $TC_F(R)=-300\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $V_{CE2}=0.5\text{V}$ に固定し、バイアス抵抗 R_1 を 280Ω 、 560Ω 、 $1K\Omega$ 、 $2K\Omega$ と変えた場合のカレントミラー電流特性の実測値を示す。

【0054】図11を参照して、エミッタ抵抗 R_3 を大きくすることにより、起動回路の引き込み電流 I_2 を微小電流に設定することができ、しかもほぼ一定値に設定することができる。

【0055】

【実施例3】なお、上記各実施例で説明した起動回路は、バイポーラ素子に限定されるものでなくMOSデバイスで構成することもできる。前記第1の実施例をMOSトランジスタで構成した場合を以下に説明する。

【0056】素子の整合性は好いものとし、チャネル長変調と基板効果は無視し、MOSトランジスタのドレイン電流とゲートソース間電圧の関係は2乗則に従うものとする、MOSトランジスタのドレイン電流は、次式(7)で与えられる。

【0057】

【数7】

…(7)

単位面積当たりのゲート酸化膜容量、 W 、 L はそれぞれゲート幅、ゲート長を表わし、 V_{GS} はゲート・ソース間電圧、 V_{TH} はゲートしきい値電圧をそれぞれ示す。

【0059】図13に、前記第1の実施例で説明した回路をMOSトランジスタで構成したカレントミラー回路を示す。MOSトランジスタM1、M2のドレイン電流

$$I_1 = \beta (V_{GS1} - V_{TH})^2 \quad \dots(8)$$

【0061】

$$I_2 = \beta (V_{GS1} - V_{TH})^2 \quad \dots(9)$$

【0062】また、MOSトランジスタM1のソース・ドレイン間電圧 V_{GS1} はMOSトランジスタM2のソース・ドレイン間電圧 V_{GS2} に抵抗 R_2 の端子間電圧 $R_2 \times I_1$ を加えたものに等しく（図13参照）、ソース・

$$\Delta V_{GS} = V_{GS1} - V_{GS2} = R_2 I_1 \quad \dots(10)$$

【0064】上式(8)と上式(10)からミラー電流 I_2 として次式(11)が導出される。

$$I_2 = \beta R_2^2 I_1 \left(\sqrt{1 - \frac{1}{R_2 \beta}} \right)^2 \quad (I_1 \leq \frac{1}{R_2^2 \beta}) \quad \dots(11)$$

【0066】上式(11)の両辺を電流 I_1 で微分して、 $dI_2/dI_1 = 0$ を与える電流 I_1 は、次式(12)で与えられる。

$$I_1 = \frac{1}{R_2^2 \beta} \cdot \frac{1}{4 R_2^2 \beta} \quad \dots(12)$$

【0068】上式(12)の電流 I_1 のうち最初の値 $(1/R_2^2 \beta)$ ではミラー電流 $I_2 = 0$ となり、回路が起動せず不適當である。

【0069】したがって、 $I_1 = 1/(4 R_2^2 \beta)$ の場合

$$I_2 = \frac{1}{16 R_2^2 \beta} = \frac{1}{4} I_1 \quad \dots(13)$$

【0071】図14に、図13に示した本実施例に係るMOS型カレントミラー回路の電流特性を示す。図14を参照して、期待されるピーキング特性が現れている。

【0072】ただし、MOSの場合には、ピーク値を与える電流 $I_1 (= 1/(4 R_2^2 \beta))$ の4倍以上の電流ではミラー電流 I_2 は零となる。

【0073】したがって、図13に示したMOS型カレントミラー回路は、図2に示したバイポーラ・カレント

$$\beta = \beta_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{-\frac{3}{2}} \quad \dots(14)$$

【0076】ただし、 β_0 は常温($T = T_0 = 300K$)での β の値である。

【0077】したがって、上式(13)で示されるピーク電流は、上式(14)の β を用いて、抵抗 R_2 の微分温度係数 $TCF(R_2)$ が零($=0$)の時に、温度(絶対温度 T)の $3/2$ 乗に比例することがわかる。

は I_1 、 I_2 は次式(8)、(9)で与えられる。

【0060】

【数8】

【数9】

ドレイン間電圧の差 ΔV_{GS} は次式(10)で与えられる。

【0063】

【数10】

【0065】

【数11】

【0067】

【数12】

合にミラー電流 I_2 は次式(13)で与えられるピーク値をとる。

【0070】

【数13】

ミラー回路と同一特性を持つ起動回路として利用できる。

【0074】MOSデバイスにおいては、モビリティ μ が温度特性を持つから、トランスコンダクタンス・パラメータ β の温度依存性は次式(14)で表される。

【0075】

【数14】

【0078】図15に $1/\beta$ の特性を示す。図15を参照して、上式(9)に示されるMOSカレントミラー回路は常温を中心温度とした通常の動作領域においては、およそ温度に比例しているとみなすことができる。すなわち、PTATとみなすことができる。

【0079】なお、MOSカレントミラー回路のミラー

電流の微分温度係数 (TC_p) はバイポーラカレントミラー回路のミラー電流の微分温度係数 (TC_p) のおよそ1.5倍となる。すなわち、MOSでは $1/(R_2\beta)$ がバイポーラでの熱電圧 V_T に相当することがわかる。

【0080】

【実施例4】前記第2の実施例で説明した回路をMOSトランジスタで構成した回路を図16に示す。図16を参照して、MOSトランジスタM2にソース抵抗R3を挿入したMOSカレントミラー回路では、バイポーラ素子の場合と同様に、ミラー電流のピーク値をなまらせ、平坦化されると同時に、微小電流に設定することができる。すなわち、起動回路としては被起動回路への影響を無視できるほど小さくすることができる。

【0081】以上、本発明を上記各実施例に即して説明したが、本発明は上記態様にのみ限定されるものでないことは勿論である。例えば本発明におけるカレントミラー回路はnpn型バイポーラトランジスタに限定されず、ミラー電流を出力 (sourcecurrent) するpnp型トランジスタで構成してもよく、またMOS構成においてはn-チャネルMOSトランジスタにのみ限定されず、p-チャネルMOSトランジスタで構成した場合にも同様にして適用される。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の起動回路によれば、低電圧から動作し、しかも被起動回路への影響を無視できるほど小さくすることができる。また、本発明によれば、起動回路の引き込み電流を微小電流に設定することができ、しかもピークを平坦化させてほぼ一定値に設定することができるため、被起動回路への影響を抑止低減し、被起動回路を安定動作させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る起動回路の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施例に係るカレントミラー回路の構成を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施例に係るカレントミラー回路の特性 (基準電流 I_1 とミラー電流 I_2 の関係) を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施例に係る起動回路の温度特性の実測値を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施例に係る起動回路バイアス抵抗に対する特性の実測値を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施例に係るカレントミラー回路を用いて構成された基準電圧回路を示す図である。

【図7】図6の基準電圧回路の特性を説明するための図である。

【図8】本発明の第2の実施例に係るカレントミラー回路の構成を示す図である。

【図9】本発明の第2の実施例に係るカレントミラー回路の特性 (入力電流 I_1 とミラー電流 I_2 の関係) を示す図である。

【図10】本発明の第2の実施例に係るカレントミラー回路の温度特性の実測値を示す図である。

【図11】本発明の第2の実施例に係るカレントミラー回路のエミッタ抵抗による平坦化特性の実測値を示す図である。

【図12】本発明の第2の実施例に係る起動回路のバイアス抵抗による特性の実測値を示す図である。

【図13】本発明の第3の実施例に係るカレントミラー回路の構成を示す図である。

【図14】本発明の第3の実施例に係るカレントミラー回路の特性を示す図である。

【図15】本発明の第3の実施例に係る起動回路の温度特性を説明するために示した特性図である。

【図16】本発明の第4の実施例に係るカレントミラー回路の構成を示す図である。

【図17】従来回路の構成を示す図である。

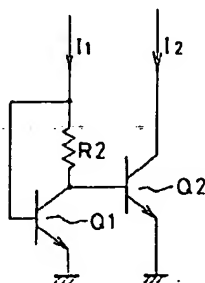
【符号の説明】

101 起動回路

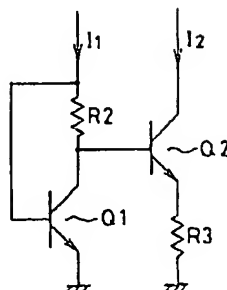
102 被起動回路

103 カレントミラー回路

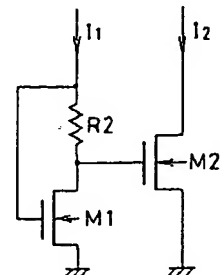
【図2】



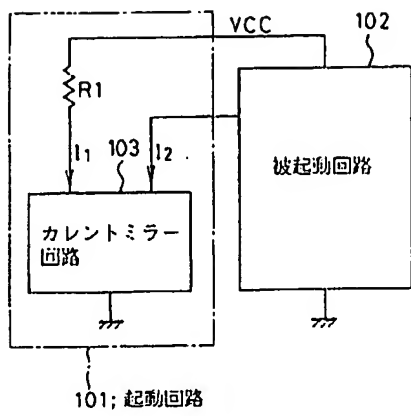
【図8】



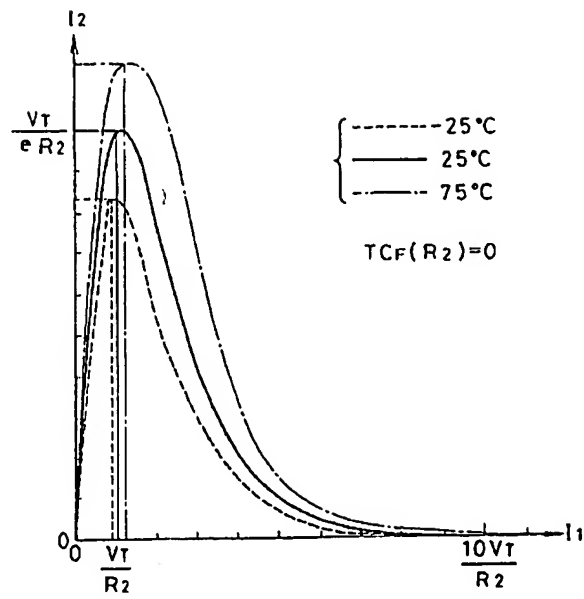
【図13】



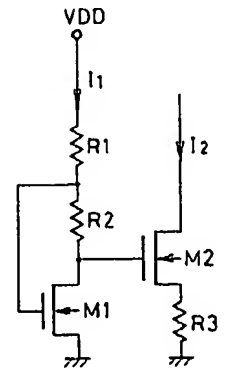
【図1】



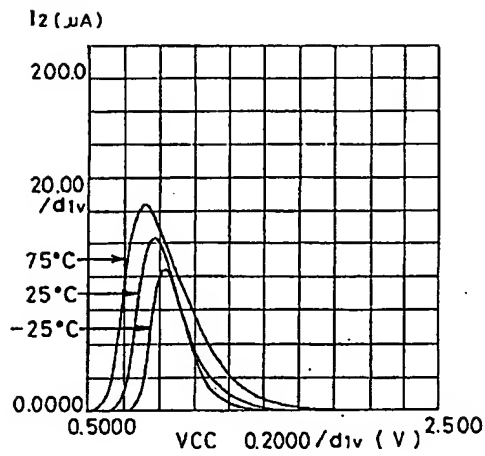
【図3】



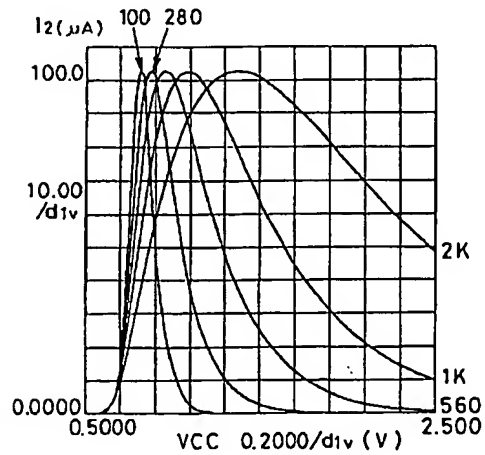
【図1.6】



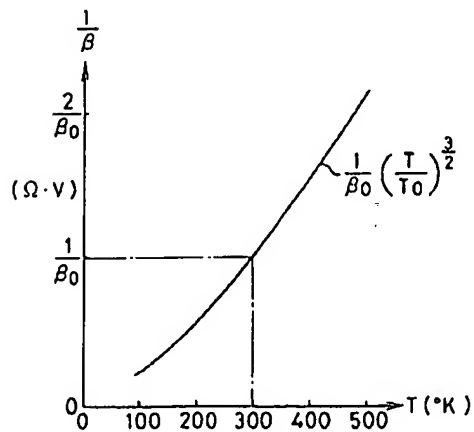
【図4】



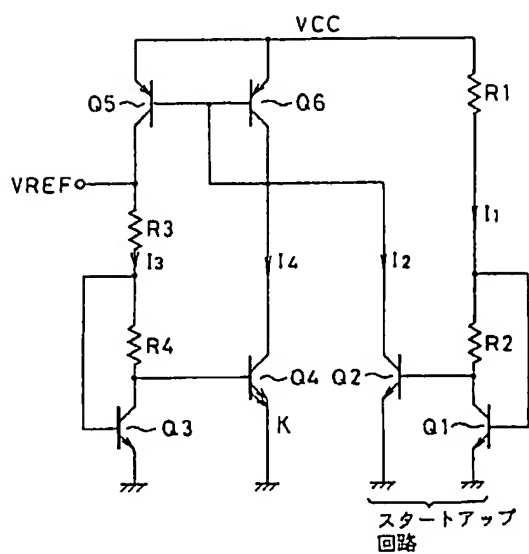
【図5】



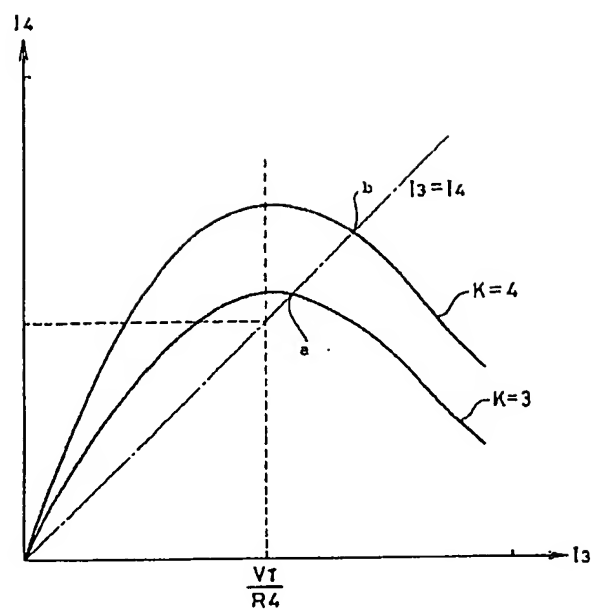
【図15】



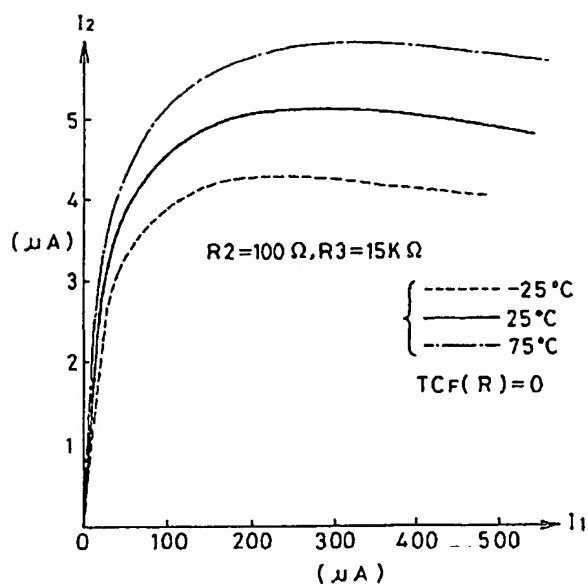
【図6】



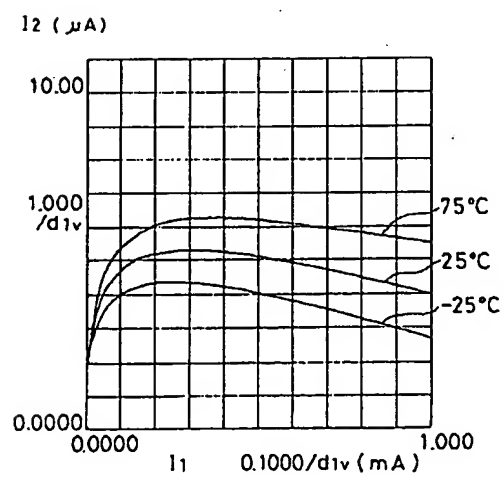
【図7】



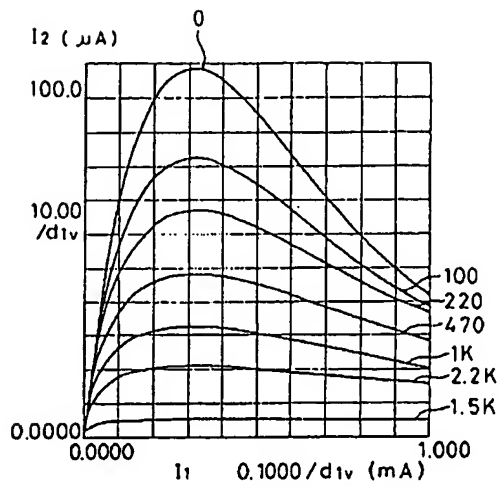
【図9】



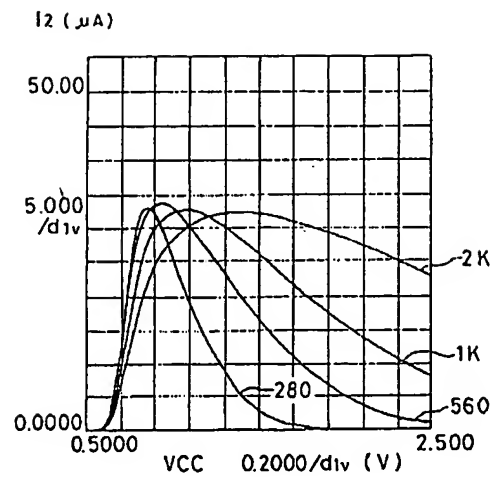
【図10】



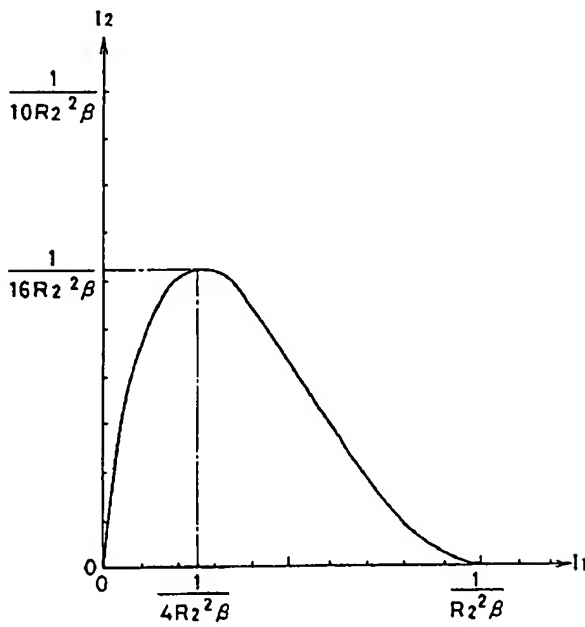
【図11】



【図12】



【図14】



【図17】

